



TITLE:

4. 光ポンピングによる不安定核 $^{179}_{69}\text{Tm}$ の核偏極と $\beta$ 線, $\gamma$ 線の角度分布による検出(京都大学大学院理学研究科,修士論文題目・アブストラクト(1986年度),その2)

AUTHOR(S):

植村, 禎夫

---

CITATION:

植村, 禎夫. 4. 光ポンピングによる不安定核 $^{179}_{69}\text{Tm}$ の核偏極と $\beta$ 線, $\gamma$ 線の角度分布による検出(京都大学大学院理学研究科,修士論文題目・アブストラクト(1986年度),その2). 物性研究 1987, 48(5): 604-605

ISSUE DATE:

1987-08-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/92739>

RIGHT:

素子は  $\pi/2$  付近で“休止状態”にあり、十分大きな一過性の“刺激”の許で“興奮”を示す。そして位相が  $-\pi/2$  を通過する際  $\delta$ -パルスを発する。 $\sigma$  は、“興奮”状態の素子のみからの寄与を受け、したがって、系の活動度を表わす。これがオーダーパラメータとなる。以上の構成による系は、非常に簡単なものながら、興味深い振舞を示す。今回は特に、定常解の構造とその安定性、臨界点近傍での緩和に注目し、解析を加えた。

又、計算機シミュレーションの結果も併せて報告する。

#### 4. 光ポンピングによる不安定核 $^{170}_{69}\text{Tm}$ の核偏極と $\beta$ 線, $r$ 線の角度分布による検出

植 村 禎 夫

結晶中に注入された原子の核偏極を生成し、それを検出することはそれ自身興味あることであるが、種々の物理研究にも利用できる点で重要である。例えば極微量の不安定原子核の構造を調べるのに有効な手段と考えられる。極微量 ( $10^{10}$  個以下) の原子の核偏極を検出することは通常の磁気共鳴法やより感度の高い光学的方法でも極めて困難である。

我々は光ポンピングにより固体内に注入した不安定原子核の核偏極を生成、検出する効率良い方法を開発するために、 $\text{SrF}_2$  中の安定な  $^{169}_{69}\text{Tm}$  を放射化し、得られた極微量の  $^{170}_{69}\text{Tm}$  の核偏極を生成し、核崩壊により放出される  $\beta$  線及び  $r$  線を検出することにより、極めて感度良くこれを検出することを試みた。

He 温度に冷却した,  $^{170}_{69}\text{Tm}^{2+} : \text{SrF}_2 (J = \frac{1}{2}, I = 1)$  の sample に磁場 ( $0 \sim 200 \text{ G}$ ) と平行に円偏光した CW dye-laser 光 ( $590 \text{ nm}$ ,  $\sim 200 \text{ mW}$ ) を照射し、基底状態から電子を上バンドに励起する。このとき、電子のスピ状態に応じた吸収係数の違い (円偏光 2 色性) により、基底状態の電子は偏極し、また核も hyperfine interaction により電子と同じ方向に偏極する。

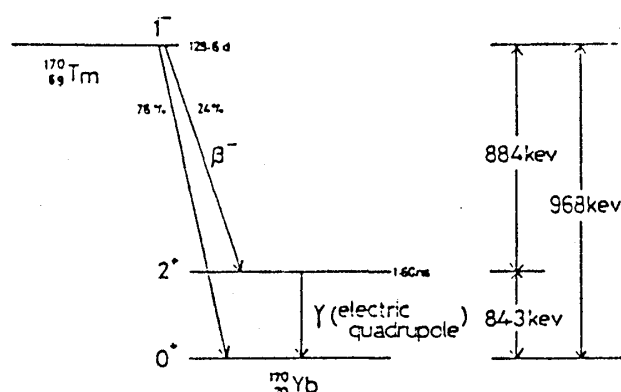


図 1

偏極した  $^{170}_{69}\text{Tm}$  の崩壊 (図 1) により, 放出された  $\beta$  線及び  $\gamma$  線の角度分布は, それぞれ,

$$\begin{cases} 1 + A \beta f_1 \cos \theta \\ (1 + \frac{3}{8} f_2) - \frac{9}{8} f_2 \cos^2 \theta \end{cases}$$

で表わされる。ここで,

$$f_1 = \langle m \rangle \dots\dots\dots ^{170}_{69}\text{Tm} \text{ の偏極}$$

$$f_2 = \langle m^2 \rangle - \frac{2}{3} \dots\dots\dots \text{ " の整列}$$

$m$  は核の磁気量子数。

$$\beta = \frac{v}{c} \dots\dots\dots \text{electron の速度の光速比, } A \approx -1$$

これらの角分布非等方性を測定することで,  $\beta$  線により偏極 ( $f_1$ ) を,  $\gamma$  線の場合は整列 ( $f_2$ ) を直接的に高感度で検出できる。

$\beta$  線の測定は  $0^\circ$  (または  $180^\circ$ ) 方向に置いた He 中のプラスチックシンチレータで行ない,  $\gamma$  線は  $0^\circ$  方向の Ge(Li) detector で検出した。角分布の非等方性 (asymmetry) は, laser の偏光 ( $\sigma^+/\sigma^-$ ), または照射の有無の切換による count 数  $N$  の変化から求めた。その結果得られた asymmetry  $a$  は  $\beta$  線では,

$$a = \frac{N(\sigma^+) - N(\sigma^-)}{N(\sigma^+) + N(\sigma^-)} = + (5 \pm 2) \times 10^{-3} \text{ (} 0^\circ \text{ 方向)},$$

$\gamma$  線では,

$$a = \frac{N(\text{ON}) - N(\text{OFF})}{N(\text{ON}) + N(\text{OFF})} = -0.016 \pm 0.012$$

であった。これをもとに核の偏極及び整列を求めると, それぞれ

$$f_1 = -4 \pm 2\%, \quad f_2 = 4 \pm 3\%$$

となった。これは光ポンピング過程から理論的に予想される値に近いものとなっている。

今後さらに装置の改良を行ない, rf 印加による hyperfine level 間の磁気共鳴を観測し, 核磁気モーメント測定の新しい方法として確立することを考えている。